

СЕКЦИЯ 13. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Перспективы применения газовых гидратов в Республике Саха (Якутия).

В настоящее время происходит переход от производства электроэнергии на основе угля к газовой генерации из-за огромных выгод, поэтому в текущем контексте газовые гидраты могут быть непосредственно использованы для выработки электроэнергии. Один из самых привлекательных аспектов этого потенциального нового источника газа является то, что большие месторождения широко распространяются в морских донных осадках и в зоне вечной мерзлоты Якутии. Выгоды от использования газогидратных ресурсов могут хорошо сыграть роль в экономической деятельности, занятости населения, прочих льготах, снижению энергопотребления и т.д. Также количество диоксида углерода у газового гидрата образуется при горении метана, и он на 40% ниже, чем у угля и около 20 % ниже, чем у нефти. Благодаря этой эффективности любое выделение парниковых газов, приведет к снижению глобального загрязнения окружающей среды. Ресурсы газового гидрата могут оказаться огромными. Они рассматриваются как вариант облегчения перехода к будущему новому топливу. Поскольку наука и промышленность работают над поиском новых источников энергии, важно понимать социальные последствия развития ресурсов. Социальные последствия: повышение уровня жизни и безопасности, увеличение занятости населения, передача технических и коммерческих навыков, развитие части бюджетных доходов на местном уровне Крайнего Севера.

Заключение

Автор статьи убежден, что уровень современных исследований и состояние индустрии позволяют раскрыть любые сложности на этом пути. Мир вынужден искать и находить новые минеральные источники экологически чистой энергии. Таким сырьем являются, в частности, природные газогидраты, так как в них имеется огромное количество метана. Даже небольшая часть, из которых могла удовлетворить энергетические потребности мира на протяжении веков.

Литература

1. Дядин Ю. А., Гушин А. Л. Газовые гидраты // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №3.
2. Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. М.: Недра, 1992. – 236 с.
3. Макогон Ю.Ф., Требин Ф.А., Трофимук А.А., Черский Н.В. Обнаружение газогидратной залежи. Доклады АН СССР. – М., 1971. – С. 197-206.
4. Соловьёв В. А. Природные газовые гидраты как потенциальное полезное ископаемое. // Российский химический журнал. – 2003. – Т. 48. – № 3. – С. 59-69.
5. Якушев В.С. Газовые гидраты в криолитозоне // Геология и геофизика. – 1989. – № 11. – с. 100-105.

МЕЛКОДИСПЕРСНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ВОДО-УГОЛЬНЫХ ТОПЛИВ МОЩНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

А.С. Зайцев, Р.И. Егоров

Научный руководитель - профессор П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Использование отходов угле- и нефтепереработки в качестве топлив за последние годы стало общепризнанным трендом в развитии мировой энергетики [3,5]. В силу низкой калорийности, высокой зольности и ряда других свойств отходов, их поджиг представляет существенную проблему [3,5].

В данной работе мы предлагаем использовать воздействие мощными лазерными импульсами для тонкодисперсного распыления водо-угольных смесей (ВУТ) [1]. Данный подход может быть использован вместе с традиционными технологиями распыления, позволяя получить в составе топливно-воздушной смеси достаточно высокую долю легко воспламеняемых частиц топлива субмиллиметрового размера. Под действием лазерных импульсов, параллельно с распылением ВУТ будет происходить частичная газификация топлива [2,7], что также положительно скажется на скорости поджига топливной смеси.

Нами была проведена серия экспериментов, показывающая основные особенности процесса лазерного распыления водо-угольной смеси, приготовленной из отходов углепереработки (фильр-кек угля марки Г, состоящий из частиц угля ~64 вес.% размером не более 200 мкм, и воды). Схема эксперимента представлена на рис. 1а. Импульсный лазер Quantel Evergreen 200 инициировал диспергирование капли топлива, непрерывный лазер (533 нм) подсвечивал астигматическим пучком облако микрочастиц, выбитое из поверхности топлива в результате микровзрыва, происходящего при попадании мощного импульса. Наблюдение потока частиц происходило с помощью высокоскоростной видеокамеры Phantom V411 в плоскости перпендикулярной плоскости рисунка.

На рис. 1б-г показаны кадры высокоскоростной видеосъемки потока мелкодисперсных частиц, выбитого из капли топлива лазерным импульсом длительностью 10 нс с интенсивностью ~9.3 Дж/см². Зеленые объекты на видеокдрах – это микрочастицы топлива и микроскопические капли воды, а также облака газа, полученного при абляции и пиролизе угля под действием импульса. Обработка видеозаписи [4,6] показывает, что в неподвижной атмосфере облако микрочастиц топлива распространяется на расстояние порядка сантиметра. На рис. 1б-г также показан пример траектории распространения видимого центра масс облака. Анализ размеров частиц методом теневой фотографии позволяет заключить, что основная масса частиц (~70%) имеет размеры в диапазоне от 30 мкм до 70 мкм, что значительно ниже исходного размера частиц порошка фильтр-кека. Распределение частиц по скоростям непосредственно после выброса имеет очевидный максимум (~10%) вокруг величины 0.3-0.4 м/с. Максимальная скорость частиц может достигать 3м/с, средняя – немного менее 1м/с.

На схеме показаны импульсный (ИЛ) и непрерывный (НЛ) лазеры, цилиндрическая линза (ЦЛ) и устройство сведения пучков (УСП), аналитические весы (АВ), порция ВУТ (Т). Фотографии распространяющегося облака частиц ВУТ (б-г). Частицы ВУТ показаны зеленым, траектория облака частиц – красным, текущее положение видимого центра масс облака – белое кольцо.

Отдельный интерес представляет скорость генерации топливного аэрозоля под действием лазерных импульсов. Для ее определения использовались электронные аналитические весы, на которые устанавливался держатель с порцией топлива в процессе воздействия лазерными импульсами. Полученные зависимости массы выбитого из капли топлива вещества от количества поглощенных импульсов показаны на рис. 2а. Видно, что кривые, описывающие изменение массы, разделяются на два семейства, в зависимости от интенсивности лазерного излучения (плотности энергии импульсов). В случае, когда интенсивность импульса не превышает 8 Дж/см^2 , выход распыленной массы после поглощения 300 импульсов не превышает 7% исходной массы капли. Это дает нам возможность оценить максимальную производительность метода порядка 35 мкг/имп.

При использовании интенсивностей лазерного излучения, превосходящих 8 Дж/см^2 наблюдается резкий скачок скорости генерации топливного аэрозоля. Проведенные исследования состава атмосферы внутри рабочего объема экспериментальной установки показали, что при высоких плотностях энергии лазерных импульсов наблюдается образование высоких концентраций газообразного оксида углерода (СО), что свидетельствует о начале эффективной лазерной газификации топлива (рис. 2б). Таким образом, задавая энергию импульсов можно выбирать предпочитаемый режим диспергирования топлива (с задействованием газификации или без нее). Типичная зависимость концентрации основного горючего компонента сингаза (СО) от интенсивности лазерного излучения, представленная на рис. 2б, показывает, что рост интенсивности лазерных импульсов ведет к росту скорости генерации сингаза.

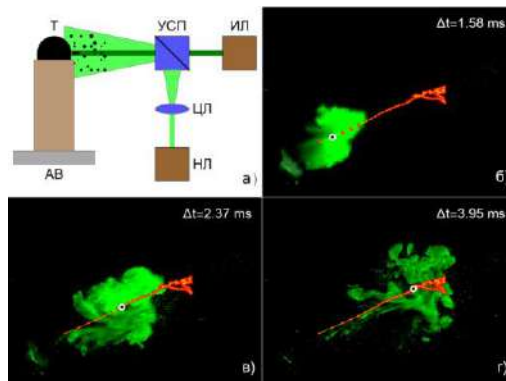


Рис. 1 Схема экспериментальной установки (а)

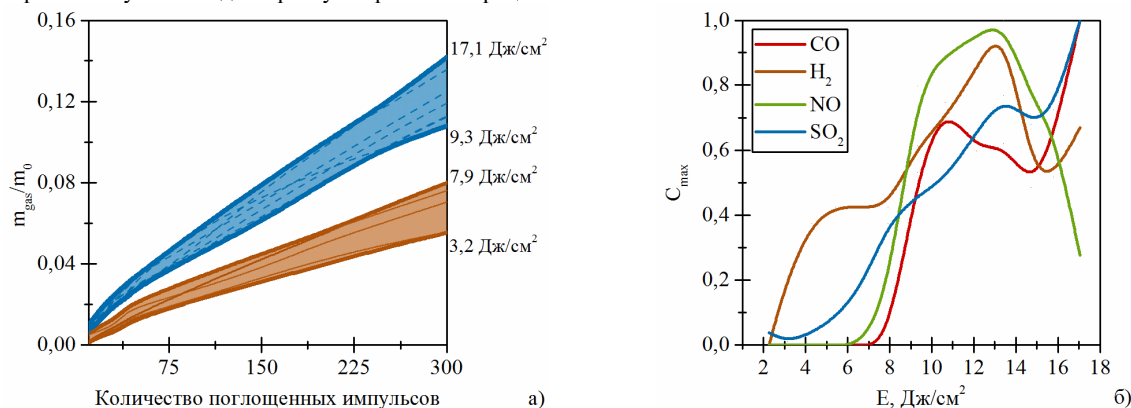


Рис. 2 Зависимость изменения массы газо-аэрозольной смеси от количества поглощенных лазерных импульсов (а) Диапазон соответствующих плотностей энергии импульсов указан на правой шкале. Зависимость нормированных концентраций компонентов сингаза от плотности энергии импульсов (б).

Из величины зазора между ветками зависимостей на рис. 2а можно оценить соотношение между массами газифицированного и тонкораспыленного ВУТ. Возникновение зазора однозначно связано с включением процесса газификации при превышении порога интенсивности лазерного излучения (8 Дж/см^2). Таким образом, соотношение между массами топливного аэрозоля и сингаза оказывается на уровне порядка 3:1.

Характерный излом в левой части графика (рис. 2а) показывает, что при повторяющемся воздействии лазерных импульсов происходит высыхание ВУТ. После поглощения порядка 50-70 импульсов суспензия теряет большую часть воды и ее атомизация заметно замедляется.

Таким образом, в работе продемонстрирована эффективность тонкого распыления водо-угольной топливной суспензии мощными лазерными импульсами, которая позволяет создать достаточно высокую концентрацию тонких фракций в облаке топливного аэрозоля. Даже при воздействии единичных импульсов порядка 1-2% исходной массы перейдет в тонкораспыленное состояние. Показано наличие порога интенсивности лазерных импульсов (8 Дж/см^2), при переходе которого запускается процесс свето-индуцированной газификации ВУТ. Оба продемонстрированных процесса позволяют создать в потоке капель ВУТ существенную концентрацию легко воспламеняемых компонентов, существенно упрощающих воспламенение ВУТ.

Литература

1. Chichkov B.N., Momma C., Nolte S., F. Von Alvensleben, Tannermann A., Femtosecond, picosecond and nanosecond laser ablation of solids // Appl. Phys. A: Materials Sci. and Proc. – 1996. – V 63 (2). – P. 109 – 155.
2. Egorov R. I., Strizhak P. A. The light-induced gasification of waste-derived fuel // Fuel. – 2017. – V. 197. – P. 28 – 30.

3. Glushkov D.O., Lyrshchikov S.Y., Shevryev S. A. and Strizhak P.A., Burning Properties of Slurry Based on Coal and Oil Processing Waste // *Energy & Fuels*. – 2016. – V 30 (4). – P. 3441 – 3450.
4. Hadad T., Gurka R., Effects of particle size, concentration and surface coating on turbulent flow properties obtained using PIV/PTV // *Exp. Therm. Fluid Sci.* – 2013. – V 45. – P. 203 – 212.
5. Kijo-Kleczkowska A., Combustion of coal-water suspensions // *Fuel*. – 2011. – V 90 (2). – P. 865 – 877.
6. Young C.N., Johnson D.A., Weckman E.J., A model-based validation framework for PIV and PTV // *Exp. Fluids*. – 2004. – V 36 (1). – P. 23 – 35.
7. Zaitsev A.S., R.I. Egorov, Strizhak P.A. Light-induced gasification of the coal-processing waste: Possible products and regimes // *Fuel*. – 2018. – V. 212. – P. 347 – 352.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ИЗОМЕРИЗАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ C_7 – C_8

У.Н. Копычева

Научный руководитель - ассистент Чузлов В.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основным направлением устойчивого развития экономики России является добыча и переработка нефти и газа. Разработка и внедрение технологий, позволяющих улучшить качество продуктов нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий, является ключевым фактором успешного развития данной отрасли отечественной промышленности.

Более 30 % потребляемой продукции нефтехимического комплекса на внутреннем рынке приходится на долю автомобильных бензинов. При производстве высокооктановых и экологически чистых компонентов бензинов эффективной технологией является изомеризация бензиновых фракций. Данный процесс позволяет улучшить эксплуатационные свойства прямогонных бензиновых фракций и рафинатов каталитического риформинга, имеющих большое количество линейных парафинов с низким октановым числом.

Математическая модель позволяет рассчитывать состав и свойства изомеризата при различных технологических условиях процесса изомеризации и переменном компонентном составе легких бензиновых фракций, содержащих углеводороды гептанового и октанового рядов. Так же, возможен подбор оптимальных условий проведения процесса для увеличения выхода диметилзамещенных изомеров и снижения вклада побочных реакций гидрокрекинга углеводородов.

Реакции каталитической изомеризации n -парафинов протекают в несколько стадий по карбени-ионному механизму. Основываясь на результатах лабораторных испытаний установки изомеризации гептановой фракции [1], в работе была составлена формализованная схема превращения углеводородов с числом атома углерода до C_8 (Рисунок 1). В предложенной схеме химических превращений углеводороды объединены в группы со схожими физико-химическими, реакционной способностью и термодинамическими свойствами. Схема обусловлена не только механизмом протекания химической реакции на поверхности бифункционального катализатора изомеризации, но и возможностью самопроизвольного превращения с точки зрения термодинамики.

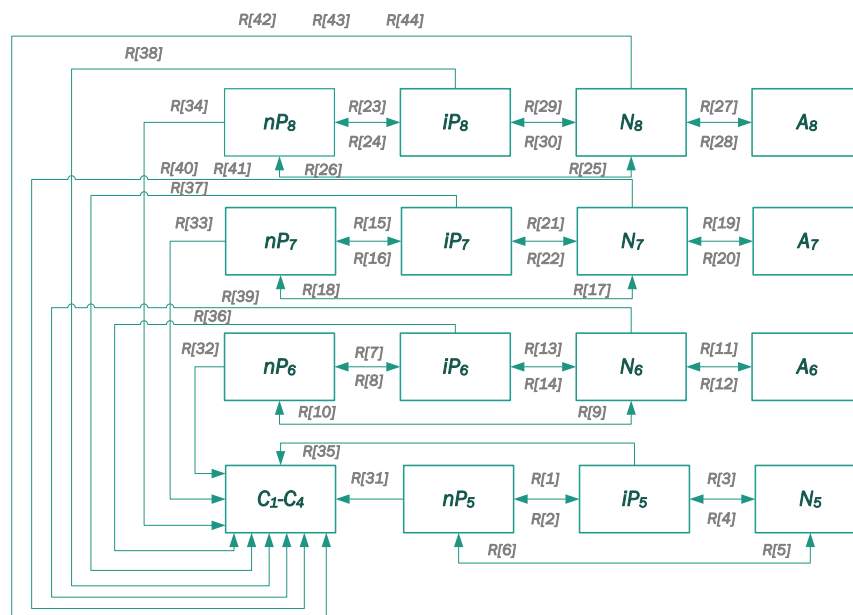


Рис. 1 Формализованная схема химических превращений процесса каталитической изомеризации углеводородов C_7 +